



TITLE:

蛾類の地上における性フェロモン源定位行動に関する行動生理学的研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

手嶋, 伸

CITATION:

手嶋, 伸. 蛾類の地上における性フェロモン源定位行動に関する行動生理学的研究. 京都大学, 2016, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19773>

RIGHT:

許諾条件により本文は2017-03-22に公開

(続紙 1)

| | | | |
|---|----------------------------------|----|------|
| 京都大学 | 博士 (農 学) | 氏名 | 手嶋 伸 |
| 論文題目 | 蛾類の地上における性フェロモン源定位行動に関する行動生理学的研究 | | |
| (論文内容の要旨) | | | |
| <p>多くの昆虫は餌や配偶者などの資源探索に化学感覚を用いるが、中でも典型的なものとして蛾類の性誘引フェロモンの匂いによる配偶者探索が挙げられる。雄蛾は雌蛾の放出するフェロモンを風下で検知すると、風上への飛翔と着陸後の歩行とを経て雌へと定位する。しかし従来の研究の多くは飛翔段階に限られており、歩行行動に関する知見は極めて少ない。歩行は定位の成否が決まる最終段階でもあり、その行動生理機構の重要性は明らかである。本研究ではジャガイモガおよびノシメマダラメイガを用いて、雄蛾のフェロモン源定位歩行における感覚情報と行動応答のリアルタイム分析により、地上での匂い源定位機構の解析を試みた。本論文の内容は以下のように要約される。</p> <p>1. 雄蛾の匂い源定位行動パターンの解析</p> <p>短距離の飛翔と歩行行動によって雌を探索するジャガイモガを用いて、フェロモン刺激に対する雄蛾の行動パターンを解析した。フェロモンによる匂い刺激の時間的制御と同期して、供試虫の移動軌跡を記録できる風洞装置を製作し、ジャガイモガの移動軌跡を記録した。雄蛾の移動方向は、匂いパルス頻度の増加に従って風上へと集中した。さらに着地中に風向を変化させると、それに追従して新たな風上へと定位した。飛翔中の蛾は、視運動反応で視野の流れの偏位を検知して、風上に定位する機構を有する。着地時においては、これとは異なる新規の風向検知機構が機能していることが示唆された。</p> <p>2. 雄蛾の風向検知機構の解明</p> <p>ジャガイモガを用いて、雄蛾が風向を検知する感覚機構の解明を試みた。感覚器官が集中する触角に対して様々な処理を施し、風洞装置にて走風性応答への影響を観察した。機械感覚器が集中する触角基部を樹脂で固定すると走風性応答が消失したことから、蛾は地上では、触角の機械感覚器を介した風向検知機構を用いていることを明らかにした。</p> <p>3. 移動運動補償装置による雄蛾の走風性・走化性およびそれらの統合機構の解析</p> <p>歩行行動をより定量的に解析するため、サーボスフィア移動運動補償装置を用いてノシメマダラメイガの歩行軌跡を記録した。地上のノシメマダラメイガは、ジャガイモガと同様に機械感覚による走風性を示した。また一方の触角への嗅覚情報入力を妨げると、走風性応答を維持しつつも定位方向は無処理側へと偏ることから、左右の嗅覚入力の違いによる走化性機構も存在することを明らかにした。</p> <p>多感覚情報の統合利用を検証するため、フェロモン刺激を時間的に変化させて提示した結果、機械感覚による走風性は、匂い刺激の瞬間に起きる相性反応であることがわかった。一方、走化性は刺激の持続時間に応じた緊張性反応であり、雄蛾はそれぞれの感覚情報に対して時間的性質の異なる応答を示した。さらにトラックボール装置を用いて、体軸を固定した蛾に一定方向からフェロモン刺激を与えて歩行軌跡を記録すると、走化性応答のみが観察され、匂いのする方向に回り続けた。以上から、雄蛾は自身の移動によって風向が変化した場合にも、風上へと方向転換することが明らかとなり、雄蛾の地上での定位行動が、走風性と走化性の統合により成り立っていることを解明した。</p> | | | |

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

昆虫の匂い物質に対する行動応答は、ベイト剤やトラップへの誘引として害虫管理に利用され、行動の神経モデルは微小脳や移動知としてバイオミメティクスの対象に取り上げられている。ところが最も研究が進んでいる蛾類でさえも、匂い源定位の最終段階である、地上での行動生理メカニズムの知見は少ない。本論文では、世界的な害虫であるジャガイモガとノシメマダラメイガを用いて、フェロモン刺激に対する雄蛾の地上での行動応答を解析し、蛾類が利用している化学感覚と機械感覚を調べた。さらに、それらの感覚刺激に対する行動応答の時間的・空間的性質を、移動運動計測装置を用いて記録・解析することで、感覚・行動の神経支配機構に関して重要な知見を得ている。評価すべき点は以下のとおりである。

1. 多くの蛾の匂い源定位行動は、飛翔と歩行の両者から成り立っているにも関わらず、従来の知見は飛翔行動のみか、歩行行動であっても飛翔能力を喪失したカイコガを用いた研究によるものがほとんどであった。本論文は、短距離飛翔と歩行によって雌へと定位するジャガイモガと、飛翔による匂い源定位行動を主とするノシメマダラメイガの定位歩行について、感覚情報と行動応答のリアルタイム分析により調べることで、飛翔と歩行との行動生理学上の間隙を埋める知見を得た。
2. 蛾類において地上での風向検知の感覚メカニズムは未知であった。本論文では、蛾類で触角基部の機械感覚器による風向検知機構が存在することを始めて明らかにした。一個体の生物が、歩行と飛翔という異なる行動のコンテキストにおいて、それぞれ異なる感覚を用いて風向検知をおこなっていることを意味する。これは匂い源定位行動が、多種の感覚と行動の関与する多感覚システムであることを示しており、その神経支配機構の観点からも興味深い知見である。
3. 移動運動補償装置上で、感覚器に処理を施した個体について、化学感覚と機械感覚のそれぞれの刺激に対する行動応答を解析することで、雄蛾はフェロモン刺激に対して、走風性に加えて走化性応答も兼ね備えていることを明らかにした。それぞれ相性と緊張性の別個の応答を示すことから、刺激に対する時間的性質が異なる応答の組み合わせであることを解明した。また刺激の方向が常に一定である場合の走化性の歩行軌跡との比較により、昆虫自身の移動による機械感覚からのフィードバックによっても走風性応答が解発されることを示した。これらは、昆虫における時間的・空間的な感覚情報利用の統合機構を包括的に解明した希少な事例であり、今後の神経行動学的研究の発展が期待できる。

以上のように、本論文は昆虫の匂い源定位歩行の行動生理メカニズムに関して、飛翔中とは全く異なる多くの新規な知見をもたらすものであり、昆虫生理学、昆虫生態学、応用昆虫学、および植物保護科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年2月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)